

## KARAKTERISASI EDIBLE FILM BERBASIS KITOSAN DARI LIMBAH KULIT UDANG DAN PATI SINGKONG SEBAGAI KEMASAN AKTIF ANTIMIKROBA

*Characterization of Chitosan-Based Edible Film from Shrimp Skin and Cassava Starch Waste as Antimicrobial Active Packaging*

Tiara Kurnia Khoerunnisa<sup>1\*</sup>, Liana Verdini<sup>1</sup>, Giffary Primafisi Soeherman<sup>2</sup>, Betti Hasibuan<sup>1</sup>,  
Siti Roma Mahesya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Produk Pengembangan Agroindustri, Politeknik Negeri Lampung, Bandar  
Lampung, Indonesia

\*email: tiarakurniakhoerunnisa@polinela.ac.id

### ABSTRAK

Pengemasan berbasis bahan yang biodegradable sedang banyak dilakukan untuk mengatasi masalah lingkungan. Salah satu cara mengatasi masalah lingkungan dengan pembuatan edible film aktif berbasis kitosan. Penelitian ini mengkaji sifat antimikroba dari kitosan dengan menguji aktivitas antimikrobanya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi kitosan yang terdapat dalam limbah kulit udang sebagai edible film antimikroba. Pada penelitian ini menggunakan metode diffusion well untuk kitosan dan diffusion disc untuk edible film. Penambahan kitosan pada formula edible film yaitu 1:3, 1:1 dan 3:1 perbandingan tersebut antara kitosan dan pati kulit singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik terbaik adalah perlakuan kitosan: pati 3:1 dan penambahan gliserol 45% (KP31C), dengan nilai elongation at break terbaik (3,541244%), ketebalan terbaik (0,235 mm), dan tensile strength terbesar kedua (1,026057 MPa) setelah perlakuan Kitosan dan Pati 3:1 dan penambahan gliserol 30% (KP31A).

**Kata kunci:** Antimikroba, Edible Film, Kitosan, Pati Singkong

### ABSTRACT

*Packaging based on biodegradable materials is being widely used to overcome environmental problems. One way to overcome ecological problems is to make active edible films based on chitosan. This study examines the antimicrobial properties of chitosan by testing its antimicrobial activity. This study aims to determine the potential of chitosan contained in shrimp shell waste as an edible antimicrobial film. This study used the diffusion well method for chitosan and the diffusion disc for edible film. The addition of chitosan to the edible film formula is 1:3, 1:1, and 3:1, the ratio between chitosan and cassava peel starch. The results showed that the best characteristics were chitosan treatment: 3:1 starch and 45% glycerol addition (KP31C), with the best elongation at break value (3.541244%), best thickness (0.235 mm), and second largest tensile strength (1.026057 MPa) after Chitosan and Starch treatment 3:1 and 30% glycerol addition (KP31A).*

**Keyword:** Antimicrobial, Edible Film, Chitosan, Cassava Starch

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan potensi perikanan yang luar biasa, salah satunya termasuk udang. Udang adalah hewan invertebrata tanpa tulang punggung yang hidup di air tawar, payau, dan asin. Mereka sering kali menjadi komoditas ekspor nonmigas andalan dengan nilai ekonomi tinggi. Indonesia menempati posisi ketiga sebagai produsen udang terbesar di dunia, dengan 69% produksinya diekspor.

Udang merupakan salah satu komoditas unggulan produk perikanan dengan permintaan tinggi. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI, udang merupakan barang ekspor yang paling besar dibandingkan dengan produk makanan laut lainnya. Pada tahun 2020, volume ekspor mencapai 239,28 juta kg dengan nilai US\$1,04 miliar, dan pada tahun 2021, kontribusi ekspor udang meningkat sebesar 8,81% dari total nilai ekspor atau menempati peringkat keempat dengan nilai ekspor sebesar US\$1,5 miliar (Bestianta, 2022)

Tingginya permintaan udang mendorong pengembangan budidaya udang di beberapa wilayah Indonesia, termasuk wilayah Lampung Selatan dan Provinsi Lampung. Hasilnya, industri budidaya udang di Indonesia terus berkembang dalam kurun waktu 5 tahun (2016-2020), mencatatkan tingkat pertumbuhan produksi udang di Indonesia mencapai 21,81% (Permen KKP, 2020)

Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan, pada tahun 2020, Provinsi Lampung merupakan produsen udang tertinggi keempat setelah Nusa Tenggara Barat, Jawa Barat, dan Jawa Timur, dengan total produksi sebesar 63.310,45 ton. Data menunjukkan bahwa Provinsi Lampung menyumbang 40% produksi udang nasional (Vanessa, 2023)

Peningkatan pesat produksi udang berarti lebih banyak limbah cangkang udang yang dihasilkan. Industri budidaya udang menghasilkan limbah cangkang udang dalam jumlah besar, yaitu 45-55% dari total berat udang. Jumlah udang yang diekspor meningkat setiap tahunnya, dan limbah cangkang udang juga diproduksi dalam jumlah besar di Indonesia. Limbah cangkang udang mengandung senyawa kitin yang dapat diubah menjadi kitosan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi, dan produk olahannya dapat digunakan untuk berbagai keperluan (Dompeipen et al., 2016)

Komponen utama cangkang udang adalah kitin. Melalui proses deacetylation, kitin dapat diisolasi dan diubah menjadi kitosa, sehingga cangkang udang berpotensi digunakan untuk produksi kitosan. Sifat kitin yang tidak beracun dan mudah terurai secara hayati memfasilitasi modifikasi kitin, yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaannya dan memperluas jangkauan aplikasi kitin. Cangkang udang mengandung 25–40% protein, 40–50% kalsium karbonat,

dan 20–36% kitin ((Anisa'a & Imaningsih, 2020)

Sifat pembentuk film kitosan memungkinkan produksi film yang dapat dimakan dan bahan pelapis dengan sifat mekanik yang baik, permeabilitas selektif terhadap CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, dan sifat antimikroba yang dapat diterapkan langsung pada makanan untuk meningkatkan keamanan pangan dan umur simpan. Dimana selama ini, bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* masih terbatas pada penggunaan polisakarida yaitu pati yang salah satunya dari limbah kulit singkong (Vatria et al., 2021)

Edible film merupakan salah satu bentuk inovasi yang berkontribusi dalam mengurangi penggunaan plastik di Indonesia. Produk ini memiliki berbagai fungsi yang mendukung upaya pemecahan masalah dalam pemasaran pangan yang sehat, aman, berkualitas, stabil, serta terjangkau (Winarti et al., 2012). Dalam mekanismenya, edible film bekerja dengan menghambat perpindahan uap air dan gas pada makanan (Syiami et al., 2021) Edible film dapat diaplikasikan sebagai lapisan dalam makanan guna mengurangi penguapan uap air ke lingkungan atau menekan masuknya oksigen. Salah satu bahan yang umum digunakan dalam pembuatan edible film adalah pati singkong..

Limbah kulit singkong merupakan limbah yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Pati dapat diambil dari kulit singkong karena memiliki unsur karbohidrat. Kulit singkong mengandung 4,55%

karbohidrat. Tidak hanya sebagai pakan ternak, pati yang relatif tinggi yang terkandung dalam kulit singkong dapat menjadi bahan utama dari film yang dapat dimakan. Namun, plastik film yang dapat dimakan dari pati saja masih memiliki kelemahan. Beberapa tidak tahan panas, memiliki sifat mekanik yang rendah, dan tidak tahan air dan mikroorganisme. Kepadatan sifat mekanik suatu material mempengaruhi sifat mekaniknya, di mana sifat mekanik dapat ditingkatkan melalui kepadatan suatu material (Solekah et al., 2021)

Penggunaan *edible film* sebagai bahan kemasan makanan diharapkan dapat mengurangi sampah plastik. Setiap tahun, Indonesia menghasilkan 3,22 juta ton sampah plastik. Ini adalah tempat pembuangan plastik terbesar kedua setelah China, dan menghasilkan 8,82 juta metrik ton. Penggunaan plastik telah meningkat pesat sejak komersialisasi plastik pada tahun 1930-an dan 1940-an. Ini mencapai 288 juta ton produksi resin plastik global pada tahun 2012 (Isfari & Gemilang Lara, 2019)

Kitosan diperoleh dari deasetilasi kitin, yang dapat ditemukan dalam kulit udang. Kulit udang dihasilkan dari limbah industri udang, restoran, dan limbah dari rumah tangga. Sifat polikationik yang terdapat pada kitosan menjadi dasar pemanfaatannya dalam berbagai bidang. Sifat antimikroba yang terdapat dalam kitosan bisa dimanfaatkan dalam pembuatan *edible film*. Selain itu bahan lain yang digunakan dalam

pembuatan *edible film* yaitu plasticizer. Untuk meningkatkan elastisitas dari *edible film* maka digunakan penambahan gliserol. Gliserol sendiri merupakan *plasticizer* yang mampu meningkatkan nilai elongasi dari *edible film*. Plasticizer ditambahkan guna menurunkan kekuatan intermolekuler, fleksibilitas film meningkat serta sifat barrier film nya menurun (Vatria et al., 2021).

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui potensi kitosan yang terdapat dalam limbah kulit udang sebagai *edible film* antimikroba. terhadap kemampuan kemasan dalam meningkatkan umur simpan produk. Dalam penelitian ini juga menggunakan variasi konsentrasi kitosan, pati kulit singkong dan gliserol.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film*, analisis fisik maupun

analisis mikrobiologi adalah kulit udang, kulit singkong, gliserol, NaCl, Plate Count Agar (PCA), Potato Dextrose Agar, Yeast Mould Agar, Nutrient Broth.

Alat yang digunakan untuk pembuatan *edible film*, analisis fisik maupun analisis mikrobiologi adalah, gelas kimia, incubator, desikator, kromamometer, batang pengaduk, cawan petri, oven, timbangan

Metode penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimental dengan formulasi pembuatan *edible film* 9 (sembilan) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan, dari kesembilan perlakuan tersebut, hasil dilihat berdasarkan karakter fisik yaitu kemudahan terlepas dari cetakan, sehingga perlakuan yang terbaik, selanjutnya akan dilakukan uji fisik dan uji antimikroba. Rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rancangan Percobaan

		Perbandingan Kitosan: Pati		
		1:1	1:3	3:1
Perbandingan	30%	KP11A	KP13A	KP31A
Gliserol	35%	KP11B	KP13B	KP31B
	45%	KP11C	KP13C	KP31C

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar pati yang terkandung berpengaruh pada tekstur *edible film* yang dihasilkan. Kadar pati yang tinggi dapat menghasilkan *edible film* dengan tekstur yang baik karena makin tinggi kadar pati maka kadar air dalam pati semakin rendah sehingga menghindari timbulnya gelembung-

gelembung udara pada permukaan *edible film* (Mudaffar,2020)

Pengaruh spesifik dari kandungan pati pada *edible film* kulit singkong berpengaruh pada kekuatan tarik dimana pati membentuk jaringan polimer yang memberikan kekuatan pada *edible film*. Semakin tinggi kandungan pati, semakin kuat

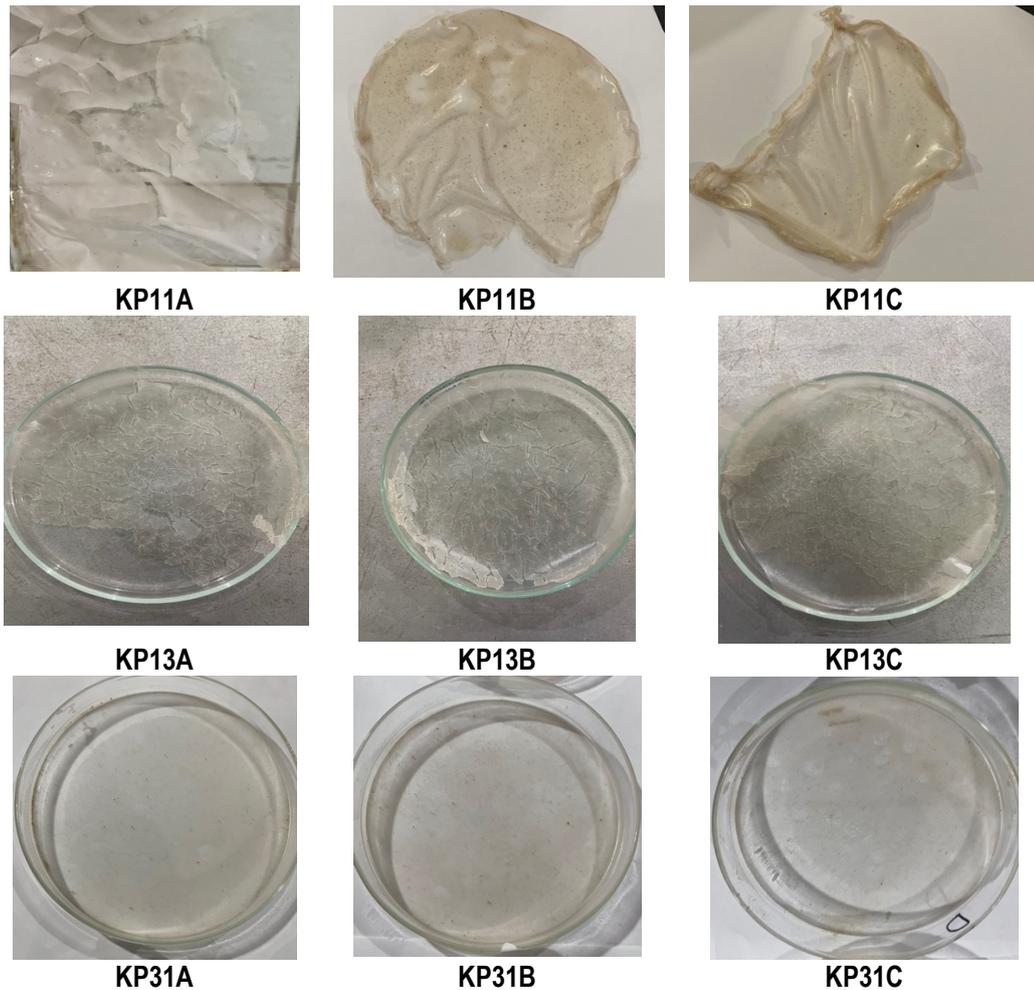
*edible film* yang terbentuk. Akan tetapi penambahan pati yang terlalu banyak dapat membuat *edible film* menjadi kaku dan mudah pecah (Fauziah et al., 2024)

Kandungan pati juga mempengaruhi ketebalan pada *edible film*. Semakin tinggi kandungan pati, semakin tebal *edible film* yang dihasilkan. Ketebalan dari *edible film* ini berpengaruh pada daya kuat tarik, daya pemanjangan dan elastisitas yang akan dihasilkan dari pembuatan *edible film* (Mudaffar,2020). Menurut studi literatur, didapatkan bahwa ketebalan pada kulit singkong berkisar antara 0,16 mm sampai 0,21 mm yang menunjukkan pati kulit singkong yang paling efektif dijadikan sebagai pembuatan *edible film*.

Pati bersifat hidrofilik, sehingga *edible film* yang berbasis pati cenderung larut dalam air. Hal ini dapat menjadi keuntungan jika *edible film* digunakan untuk melapisi makanan yang mengandung banyak air, namun dapat menjadi kelemahan jika *edible film* harus tahan terhadap kelembaban. Hal ini juga berpengaruh pada sifat *barrier* dari kemasan, pati dapat memberikan sifat *barrier*

terhadap uap air dan oksigen, sehingga dapat memperpanjang masa simpan makanan.

Hasil dari *edible film* ditunjukkan pada gambar 1. Karakteristik film yang baik terbentuk dalam rasio kitosan : pati 3:1 (KP31), juga ditunjukkan oleh semua variasi perlakuan gliserol (30%, 35%, dan 45%), di mana film dapat dikupas dan fleksibel, Perlakuan KP31 berwarna transparan dengan permukaan lembut dan berkabut serta mudah untuk dilepas dari cetaknya. Tidak seperti KP13, karakteristik fisik film dengan rasio jumlah pati lebih besar 1:1 (KP11) memiliki hasil terburuk. Itu sama dengan KP13 rapuh, mudah pecah, dan tidak bisa dilipat. Karakteristik fisik seperti ketebalan, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2 sampai 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik terbaik adalah KP31C, dengan nilai *elongation at break* terbaik (3,541244%), ketebalan terbaik (0,235 mm), dan *tensile strength* terbesar kedua (1,026057 MPa) setelah KP31A.



Gambar 1. Penampakan Edible Film Antimikroba

Hasil penelitian ketebalan *edible flim* kitosan dan pati kulit singkong memperlihatkan nilai ketebalan tertinggi pada perlakuan penambahan gliserol 45% sedangkan yang terendah pada perlakuan penambahan gliserol 30%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi *plasticizer* yang digunakan akan menyebabkan ketebalan film yang dihasilkan semakin tinggi. Pengaruh penambahan *plasticizer* memberikan perubahan sifat fisik

yang semakin tebal pada *edible film* (Mudaffar,2020). Hal ini juga didukung oleh penelitian (Siswo Hutomo & Noviyanty, 2023) nilai ketebalan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi, semakin tinggi penambahan gliserol akan meningkatkan total padatan dalam larutan. Peningkatan jumlah total padatan dalam larutan menyebabkan ketebalan dari *edible film* semakin meningkat

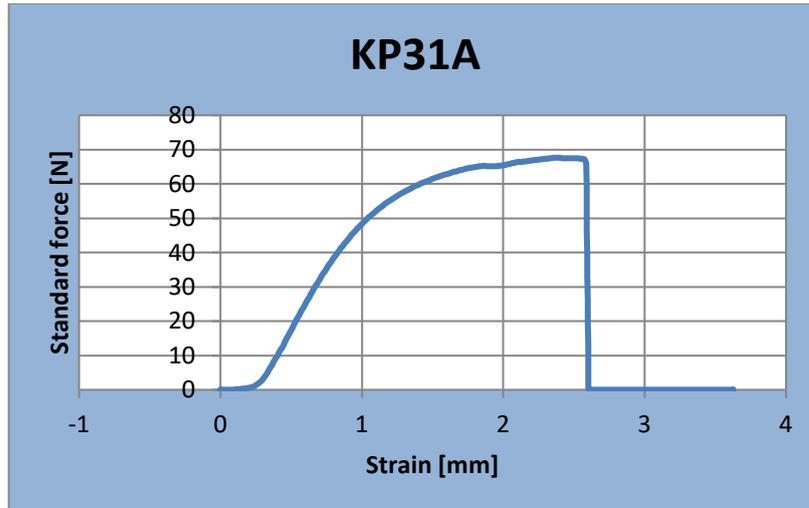
**Tabel 2.** Sifat Fisik Edible Film Antimikroba Kitosan dan Pati Singkong

PERLAKUAN	KETEBALAN (MM)	TENSILE STRENGTH (MPA)	ELONGATION AT BREAK (%)
KP 31A	0,15	8,939736	0,68399
KP 31B	0,17	1,018477	1,345567
KP 31C	0,235	1,026057	3,541244

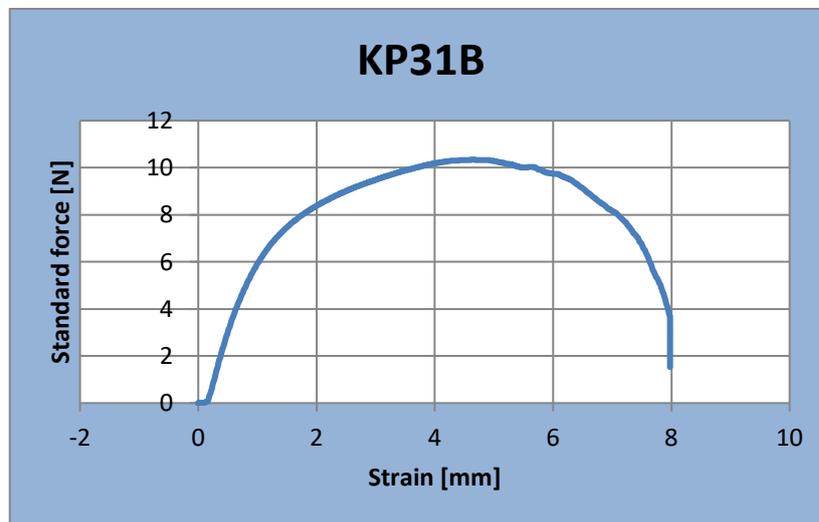
*Edible Film* memiliki ketebalan 0,050-0,250 mm dan lapisan kohesif yang terbuat dari matriks polimer bioaktif atau lapisan tipis bahan yang dapat dimakan yang digunakan untuk menggulung, merendam, melapisi, atau menyempatkan makanan untuk memberikan penghalang selektif yang mencegah masuknya gas, uap air, padatan terlarut, atau lemak, serta perlindungan mekanis. Lapisan ini membantu mencegah hilangnya komponen rasa yang mudah menguap dari makanan. Edible film ini dianggap sebagai hambatan untuk melindungi produk dari mikroba dan kapasitasnya untuk mengangkut bahan kimia (Hamam, 2019). Kemampuan kitosan untuk membentuk film memungkinkan untuk membuat pelapis dan film dengan kualitas mekanis yang menguntungkan, permeabilitas selektif terhadap CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, dan kualitas antibakteri yang dapat langsung diterapkan pada makanan untuk meningkatkan keamanan pangan dan umur simpan (Ayyubi et al., 2021)

Berdasarkan penelitian Nordin et al., (2020) menemukan bahwa ketika konsentrasi

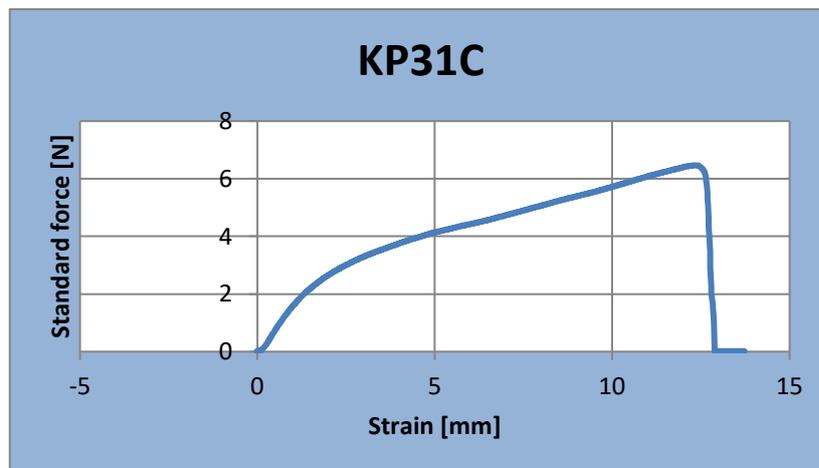
gliserol naik, kekuatan tarik film yang dapat dimakan turun. Ini karena gliserol dapat, melalui ikatan hidrogen, mengganggu amilosa dalam matriks pati, mengurangi daya tarik intramolekul antara rantai pati dan meningkatkan mobilitas rantai polimer, yang menurunkan kekuatan tarik yang dihasilkan. Film ini menjadi lebih mudah beradaptasi. Mungkin ada interaksi spesifik antara plasticizer dan pati. Penambahan plasticizer meningkatkan kinerja lapisan berbasis pati dengan mempertahankan permeabilitas gas selektif sekaligus meningkatkan kualitas penghalangnya terhadap uap air. Telah ditunjukkan bahwa sorbitol dan gliserol bekerja dengan baik dengan amilosa dan meningkatkan karakteristik mekanis film dengan mengganggu pengepakan amilosa dan mengurangi daya tarik antarmolekul (Vieira et al., 2011). Penelitian dari (Kaya et al., 2018) menunjukkan penurunan kekuatan tarik dan perpanjangan pada putus karena penurunan kristalinitas film yang dapat dimakan dan ikatan hidrogen antarmolekul yang terbentuk dalam matriks film.



Gambar 2. Kurva Tensile strength edible film antimikroba KP31A



Gambar 3. Kurva Tensile Strength Edible Film Antimoroba KP31B



Gambar 4. Kurva Tensile Strength Edible Film Antimoroba KP31C

**Tabel 3.** Hasil Aktivitas antimikroba pada *edible film*

<i>Treatment</i>	<i>Clear Zone (mm)</i>			
	<b>S.Aureus</b>	<b>Pseudomonas</b>	<b>Salmonella</b>	<b>E.Coli</b>
<i>Chitosan</i>	4.80	5.20	8.00	4.90
<i>KP31A</i>	4.60	4.10	5.39	3.70
<i>KP31B</i>	4.60	4.10	5.39	3.70
<i>KP31C</i>	4.70	4.10	5.40	3.70

Kitosan memiliki potensi untuk memiliki kualitas antimikroba. Data tentang aktivitas antibakteri ditampilkan pada Tabel 3. Film antimikroba diganti menjadi media padat yang mengandung bakteri yang akan diuji, dan metode difusi agar didasarkan pada konsep ini. Mikroba kemudian diinkubasi sampai pelepasan terlihat pada media pertumbuhan mikroba. Metode ini dapat diterapkan pada lingkungan apa pun untuk mengidentifikasi apakah mikroorganisme akan diuji atau apakah ada antibakteri. Karena migrasi agen antimikroba dari film ke media selama inkubasi, zona penghambatan telah terlihat di sekitar medium. Zona penghambatan yang jelas menghambat perkembangan mikroorganisme. Efisiensi agen antimikroba dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan mengukur diameter zona di sekitar film (Erginkaya et al., 2014)

Tabel 3 lebih lanjut menunjukkan bahwa kitosan dapat menghambat salmonella. Namun, zona penghambatan menyusut menjadi 5,39 mm setelah larutan pembentuk film diolah dengan kitosan dan pati. Pengurangan aktivitas antibakteri

menunjukkan bahwa formulasi telah mengurangi jumlah komponen antibiotik. Aktivitas antibakteri yang rendah pada film yang dapat dimakan dihasilkan dari peningkatan rasio kitosan formulasi dalam larutan film. Aktivitas antibakteri mereka tidak mendeteksi bakteri berbahaya, termasuk *S. aureus*, *Pseudomonas*, dan *E. coli*.

Film bioaktif terbukti lebih rentan terhadap *S. aureus* daripada *E. coli* Sejumlah penyelidikan mengkonfirmasi bahwa kelompok NH<sub>2</sub> memainkan peran utama dalam mekanisme interaksi pati kitosan dengan bakteri. Untuk mencegah bakteri tumbuh, gugus NH<sub>3</sub><sup>+</sup> yang terprotonasi dapat mengubah permeabilitas membran, menyebabkan kebocoran protein dan komponen internal lainnya, dan berinteraksi dengan muatan elektronegatif biomolekul pada permukaan bakteri mikroba (Guo et al., 2019) Penghalang semi-permeabel yang dibentuk oleh lapisan dan lapisan kitosan mengatur pertukaran gas dan meminimalkan kehilangan air, menjaga kekencangan jaringan dan menurunkan kerusakan mikroba

dari sayuran yang dipanen dari waktu ke waktu (Erginkaya et al., 2014).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil antimikroba, kitosan dapat menghambat *Salmonella* dengan nilai *clear zone* paling besar yaitu 8,00 mm, diikuti oleh *edible film* kitosan dan pati kulit singkong menunjukkan penurunan nilai *clear zone* baik bakteri *S. aureus*, *Pseudomonas*, *Salmonella* maupun *E.coli*. Berdasarkan nilai *clear zone*, perlakuan terbaik adalah pada KP31C, baik dari karakteristik antimikroba maupun mekanis, dengan ketebalan 0,235 mm dan regangan pada kekuatan tarik 3,541244% dan kekuatan tarik 1,026057 MPa. Di masa depan, film yang dapat dimakan ini memiliki potensi yang sangat baik untuk digunakan dalam industri makanan, terutama yang memiliki sifat antimikroba, dan *edible film* kitosan menciptakan penghalang semi-permeabel yang mengontrol pertukaran gas dan mengurangi kehilangan air, sehingga menjaga kekencangan jaringan dan mengurangi pembusukan mikroba dari sayuran yang dipanen untuk waktu yang lama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada DIPA Politeknik Negeri Lampung yang telah membiayai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anisa'a, N., & Imaningsih, W. (2020). Potensi Limbah Kulit Udang Sebagai Sumber Nutrisi Bagi Pertumbuhan *Metarhizium Anisopliae* Yang Diujikan Pada Nyamuk *Aedes Aegypti*. In *Bioscientiae* (Vol. 17, Issue 1). [Http://Fmipa.Ulm.Ac.Id/Bioscientiae](http://Fmipa.Ulm.Ac.Id/Bioscientiae)
- Ayyubi, S. N., Kusmiyati, K., Purbasari, A., & Pratiwi, W. Z. (2021). Review: Aplikasi Material Komposit Berbasis Kitosan Sebagai Bahan Kemasan Makanan. *Teknik*, 42(1), 335–352. <https://doi.org/10.14710/Teknik.V42i3.36499>
- Mudaffar, R. A. (2020). Karakteristik Edible Film Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Penambahan Kombinasi Plasticizer Serta Aplikasinya Pada Buah Nanas Terolah Minimal. *Journal Tabaro*, 4(2), 473–483.
- Bestianta, O. R. (2022). Optimisme Ekspor Udang Indonesia. 2 *Buletin Apbn*, VII, 3–6. [Http://puskajianggaran.dpr.go.id/kontak](http://puskajianggaran.dpr.go.id/kontak)
- Dompeipen, E. J., Kaimudin, M., & Dewa, R. P. (2016). Isolasi Kitin Dan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang. *Majalah Biam*, 32–39.
- Erginkaya, Z., Kalkan, S., & Ünal, E. (2014). Use Of Antimicrobial Edible Films And Coatings As Packaging Materials For Food Safety. In *Food Engineering Series* (Pp. 261–295). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1378-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1378-7_10)
- Fauziyah, L. Z., Suhara, N. F., Yunita, S., Priyandoko, D., & Surtikanti, H. K. (2024). Keunggulan Pati Kulit Singkong (*Manihot Esculenta*) Sebagai Bahan Pembuatan Edible Film Ramah Lingkungan. *Applied Environmental Science*, 1(2).

- <https://doi.org/10.61511/Aes.V1i1.2024.347>
- Guo, Y., Chen, X., Yang, F., Wang, T., Ni, M., Chen, Y., Yang, F., Huang, D., Fu, C., & Wang, S. (2019). Preparation And Characterization Of Chitosan-Based Ternary Blend Edible Films With Efficient Antimicrobial Activities For Food Packaging Applications. *Journal Of Food Science*, 84(6), 1411–1419. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14650>
- Hamman, A. R. A. (2019). Technological, Applications, And Characteristics Of Edible Films And Coatings: A Review. In *Sn Applied Sciences* (Vol. 1, Issue 6). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/S42452-019-0660-8>
- Isfari, D., & Gemilang Lara, U. (2019). Cheese Whey As Potential Resource For Antimicrobial Edible Film And Active Packaging Production. *Foods And Raw Materials*, 229–239. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-229-239>
- Kaya, M., Khadem, S., Cakmak, Y. S., Mujtaba, M., Ilk, S., Akyuz, L., Salaberria, A. M., Labidi, J., Abdulqadir, A. H., & Deligöz, E. (2018). Antioxidative And Antimicrobial Edible Chitosan Films Blended With Stem, Leaf And Seed Extracts Of Pistacia Terebinthus For Active Food Packaging. *Rsc Advances*, 8(8), 3941–3950. <https://doi.org/10.1039/C7ra12070b>
- Nordin, N., Othman, S. H., Rashid, S. A., & Basha, R. K. (2020). Effects Of Glycerol And Thymol On Physical, Mechanical, And Thermal Properties Of Corn Starch Films. *Food Hydrocolloids*, 106. <https://doi.org/10.1016/J.Foodhyd.2020.105884>
- Permen Kkp. (2020). *Rencana Strategis Kementerian Kelautan Dan Perikanan Tahun 2020 - 2024*.
- Siswo Hutomo, G., & Noviyanty, A. (2023). Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Modifikasi Pati Kentang (*Solannum Tuberosum*) Asetat Anhidrida Effect Of The Addition Of Glycerol Plasticizer On The Edible Film Characteristics Of Starch Modification Potato (*Solannum Tuberosum*) Accetate Anhydride. *J. Agrotekbis*, 11(5), 1199–1209.
- Solekah, S., Sasria, N., Hizkia, D., & Dewanto, A. (2021). Pengaruh Penambahan Gliserol Dan Kitosan Kulit Udang Terhadap Biodegradasi Dan Ketahanan Air Plastik Biodegradable. *Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 8(2), 80–86.
- Syiami, D., Handayani, R., & Najihudin, A. (2021). Pengaruh Plasticsizer Terhadap Elastisitas Dan Kelenturan Edible Film The Impact Of Plasticizers To The Elasticity And Flexibility Of Edible Films. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*, 12(02), 152–158.
- Vanessa. (2023). *Tantangan Peningkatan Produksi Secara Berkelanjutan*.
- Vatria, B., Primadini, V., & Novalina, K. (2021). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Edible Coating Chitosan Dalam Menghambat Kemunduran Mutu Fillet Ikan Kakap Skinless. *Manfish Juournal*, 1(3), 174–182. <http://ejournal.polnep.ac.id/index.php/manfish>
- Vieira, M. G. A., Da Silva, M. A., Dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-Based Plasticizers And Biopolymer Films: A Review. In *European Polymer Journal* (Vol. 47, Issue 3, Pp. 254–263).

<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011>

*Pengemas Edible Antimikroba  
Berbasis Pati. 31 No 3.*

Winarti, C., Miskiyah, & Widaningrum. (2012).  
*Teknologi Produksi Dan Aplikasi*